

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10107712 A**

(43) Date of publication of application: **24.04.98**

(51) Int. Cl

H04B 7/02

(21) Application number: **08258559**

(22) Date of filing: **30.09.96**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

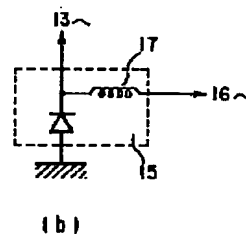
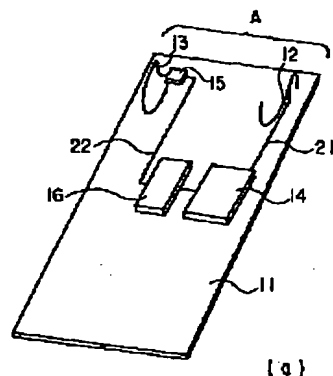
(72) Inventor:
SEKINE SHUICHI
KAYANO HIROYUKI
YOSHIDA HIROSHI
OTAKA SHOJI
MAEDA TADAHICO

(54) **DIVERSITY RADIO EQUIPMENT**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the polarization efficiency by employing an equipment provided with a portable radio equipment antenna consisting of a rectangular conductor ground plate, a radio unit, a monopole antenna, a conductor linear element, a variable reactance element and a control unit for the diversity radio equipment.

SOLUTION: An inverted-F antenna 12 is used for this radio equipment and placed at one side of an end of a short-side A of a conductor ground plate 11. A linear element 13 is formed to be the same shape as that of the inverted-F antenna 12. The antenna 12 is fed from a radio circuit unit 14 on the conductor ground plate 11 via a high frequency line 21. Furthermore, the linear element 13 is connected to a variable reactance element 15 inserted to a connecting point of the conductor ground plate 11. The element 15 is connected to a control circuit unit 16 via a control signal line 22 and a control signal is fed to the element 15 via an element that has a high impedance for high frequencies and a low impedance for low frequencies such as an inductor 17.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-107712

(43)公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 4 B 7/02

識別記号

F I

H 0 4 B 7/02

B

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-258559

(22)出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 関根 秀一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 加屋野 博幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 吉田 弘

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

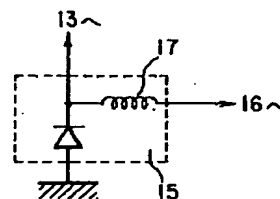
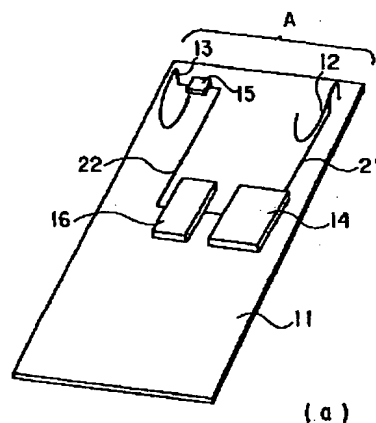
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ダイバーシチ無線機

(57)【要約】

【目的】本発明は、偏波効率を改善した携帯無線機用アンテナを備えたダイバーシチ無線機を提供する。

【構成】短辺の長さが四分の一波長の長さの長方形導体地板11と、長方形導体地板上に配置された無線回路ユニット14と、地板上で短辺の一端に配置された短縮されたモノポールアンテナ12と、小形アンテナが配置された短辺上の別の一端に配置された動作周波数の四分の一波長の長さの導体線状素子13と、導体地板11と導体線状素子13との間に接続された可変リアクタンス素子15と、可変リアクタンス素子に接続され、かつ長方形導体地板に配置された制御回路ユニット16によって構成される。



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 短辺の長さが四分の一波長の長さの導体地板と、前記導体地板上に配置された無線回路ユニットと、前記導体地板上で前記短辺の一端側に配置された小型アンテナと、前記小形アンテナが配置された前記短辺の他端側に配置され、動作周波数の四分の一波長の長さの導体線状素子と、前記導体地板と前記導体線状素子との間に接続された可変リアクタンス素子と、前記可変リアクタンス素子に接続され、かつ前記導体地板に配置された制御回路ユニットによって構成されるダイバーシチ無線機。

【請求項2】 前記導体地板は長方形導体板により構成され、この長方形導体板の短辺の一端側に配置される小型アンテナは逆F形状のモノポールアンテナにより構成される請求項1のダイバーシチ無線機。

【請求項3】 前記導体線状素子は前記モノポールアンテナと同じ形状に構成されたアンテナ素子により構成される請求項2のダイバーシチ無線機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 携帯電話やPHSに用いられるダイバーシチ無線機に関する。

【0002】

【従来の技術】 アンテナの受信性能を示す一つの指標として、偏波効率が挙げられる。以下に偏波効率に関して簡単に述べる。図7に示したように一つのアンテナの遠方放射電磁界は、その進行方向に対して垂直な成分しかもたない。ここではこの電磁界のうち電界に注目して話しを進めることにする。図8は電界ベクトルを、極座標系に当てはめた場合を示したものである。同図のように電界ベクトルは θ 成分と ϕ 成分に分けられる。これらは一般に垂直偏波と水平偏波と呼ばれている。これらの成分をどれだけの割合で位相をずらして放射するかを、そのアンテナの偏波特性と呼ぶ。この特性はアンテナの放射の仕組みや構造によって異なる。

【0003】 2つのアンテナの間で、送受信を行おうとした場合、受信アンテナでは、到来波のうち各々のアンテナの偏波ベクトルの内積をとった分しか受信ができない。この規格化された偏波ベクトル同士の内積の値を偏波効率と呼ぶ。

【0004】 図9はその1例で、同一平面上で水平並びに垂直に置いたモノポールアンテナ間の偏波効率を計算したものである。水平に置かれたモノポールアンテナからは水平面内に対して水平偏波しか放射しない。また、垂直に置かれたモノポールアンテナからは水平面内に対して垂直偏波しか放射しない。従って、このとき偏波効率は0となる。偏波効率が0であるとき、受信電界強度は0であり、これらのアンテナを用いた送受信は理論的には不可能となる。

【0005】 以上から、アンテナを設計する場合、送受

信の各々のアンテナの偏波の方向を一致させるように設計を行うのが一般的である。アンテナが地上に固定されているような場合なら、 θ 成分または ϕ 成分のどちらかの偏波しかもたないアンテナでも偏波を一致させることは比較的簡単である。例えば、テレビのアンテナなどがこれに相当する。しかしながら、アンテナが一体化された携帯無線機では、このような片方の成分しか偏波成分をもたないアンテナの偏波を一致させることは非常に困難である。例えば、携帯電話などでは、通話時にはもちろん、鞆やポケットに収められている場合でも、通信が可能であることが条件となっている。このような使用状態の変化によってアンテナの傾きが様々に変化してしまうからである。

【0006】 現在、携帯無線機では、直線偏波が一般に用いられている。これは、円偏波アンテナを小型化するのは難しいことが理由である。従って、上記のように様々な状態において使用されると、偏波効率が劣化し、受信に支障を来す場合が生じる事になる。このような事態は、特に携帯無線機に内蔵型アンテナを用いた場合において顕著である。内蔵型アンテナとはモノポールアンテナなどに板状素子を付加したり、線状部分を折り曲げたりして構成されるもので、その中の一種類である、板状逆Fアンテナが携帯電話で実用化されている。

【0007】 発明者等が行った実験によると、導体地板上に構成した線状逆Fアンテナでは、単体の時に比べて、10dB程度放射特性が劣化することが分かった。これは、人体による電波の吸収が1つの要因として挙げられるが今一つの原因としては、偏波効率が劣化することにあると考えられる。

【0008】 内蔵アンテナの場合、筐体上を流れる電流によって放射特性が決定される。この理由は以下の通りである。内蔵アンテナの場合、主たる放射源は、アンテナ自体ではなく、アンテナが取り付けられている筐体である。放射のほとんどは、アンテナから筐体上に漏洩してできた電流分布によって生じており、内蔵アンテナは、放射源としてより、筐体を励振する励振源として働いている。

【0009】 図10は内蔵アンテナを取り付けた携帯無線機の一例である。この無線機の筐体上の電流を模式的に現したのが図11である。内蔵アンテナの給電点から、2つの頂点方向に向かって電流が流れている。これは高周波電流に特有のエッジ効果といわれるもので、高周波電流は、筐体の辺に集中しやすい性質を持っている。上記の2つの電流のベクトルを足し合わせたのが、Cであり、電流ベクトルは、対角線上に伸びていることが分かる。

【0010】 一方、NTTなどの研究によれば、図12のように我々が電話を使用するとき、受話器は天頂方向に対して60度程度傾けて保持されるとのことである。このとき先に述べた電流の合成ベクトルは、図12のよ

うに水平方向となる。携帯電話の偏波は、垂直偏波が主成分であるからこのとき偏波効率が大きく劣化するものと予想される。

【0011】従って、携帯無線機に用いられるアンテナでは、異なった偏波が放射可能なアンテナが望まれる。これを実現する方法として、偏波ダイバーシチアンテナの適用という方法があるが、これまで偏波ダイバーシチアンテナを携帯無線機上に構成した例はなかった。これは、偏波の異なったアンテナを小型化する方法がなかったためである。従って、従来からある携帯無線機に用いられるダイバーシチアンテナは、指向性ダイバーシチのみであった。しかしながら、この指向性ダイバーシチでは、指向性の変化に主眼をおいたものであり、本発明が提案するアンテナの構成に類似してはいるものの、偏波効率の改善を行うことは不可能であった。

【0012】従来の携帯無線機用ダイバーシチアンテナ、例えば特開平6-303021号公報に開示されたダイバーシチアンテナの構成では、指向性を変えてダイバーシチ効果を得ることはできても、偏波効率の上昇を考慮していないので、その効果は期待できない。また、この構成のアンテナでは、アンテナを切り換えてダイバーシチ特性を得ている。この場合、切り換えには高周波スイッチを使用するが、このスイッチを動作させると、切り換えノイズが発生してしまう。このノイズの発生により、情報信号を送受しているときにスイッチを動作させると、通信に重大な支障を来すことになっていた。

【0013】さらにアンテナ関連の世界学会である、APSの92年大会では、2本のモノポールアンテナによるダイバーシチアンテナにおいて、給電していない側のアンテナの終端リアクタンス値を変化させる方法が発表されている。この発表では、終端条件によって指向性パターンが変化し、場合によっては、ダイバーシチ利得が劣化する場合があることを述べている。しかしながら、この方法も、モノポールアンテナの偏波は垂直偏波であり、リアクタンスを変化させても偏波を変化させることはできないため、偏波効率を改善することは期待できない。

【0014】この発表において放射パターンが表示されているが、アンテナの放射パターンと同等のものとなっており、これら2つのアンテナが指向性ダイバーシチアンテナとして同等の性能を有しているものと推測される。つまり両方ともに今回問題としている偏波効率の劣化を低減することはできないと考えられる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】これまで述べてきたように、従来提案されていた携帯無線機用アンテナでは偏波効率の劣化が問題点となっていたが、これを積極的に改善しようとした提案はいままでなされたことがなかった。これを解決するようなアンテナである偏波ダイバーシチアンテナは、大型で携帯無線機上に構成することは

困難であり、また従来提案されていたダイバーシチアンテナでは、スイッチの切り換えノイズが発生し、十全なダイバーシチ特性を得ることは不可能であった。従って、本発明は、偏波効率を改善した携帯無線機用アンテナを備えたダイバーシチ無線機を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、短辺の長さが四分の一波長の長さの長方形導体地板と、前記長方形導体地板上に配置された無線ユニットと、前記地板上で短辺の一端に配置された短縮されたモノポールアンテナと、前記小形アンテナが配置された短辺上の別の一端に配置された動作周波数の四分の一波長の長さの導体線状素子と、前記導体地板と導体線状素子との間に接続された可変リアクタンス素子と、前記可変リアクタンス素子に接続され、かつ前記長方形導体地板に配置された制御ユニットによって構成されるダイバーシチ無線機を提供する。

【0017】

【発明の実施の形態】図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の一実施形態を示し、

(a)は無線機の一部構成の斜視図であり、(b)は可変リアクタンス素子の回路を示している。この実施形態では、アンテナとして逆Fアンテナ12が用いられている。また、線状素子13は逆Fアンテナ12と同じ形に構成されている。線状逆Fアンテナ12は導体地板11の短辺Aの端の一方側に配置される。ここでは小型化を考えて、アンテナ12の線状部分は折り曲げられている。この短辺Aの他方側に配置される線状素子13も同様に折り曲げられている。このとき、導体地板11の短辺Aの長さは、四分の一波長とする。

【0018】逆Fアンテナ12は導体地板11上の無線回路ユニット14から高周波線21を介して給電されている。また、線状素子13は、図1の(b)に示されるように導体地板11との接続点との間に挿入された可変リアクタンス素子15に接続される。可変リアクタンス素子15には制御信号線22を介して制御回路ユニット16が接続され、可変リアクタンス素子15には、図1の(b)に示すように高周波的に高抵抗を示し、低周波では低抵抗となるような素子、例えばインダクタンス17を介して制御信号が供給される。制御信号の電圧の値に従ってダイオードのリアクタンス値が変化する。これにより、逆Fアンテナと線状素子の結合量を変化させ、最終的に導体地板11上の電流分布を変化させることができる。

【0019】制御回路ユニット16では、制御信号線22を介して、可変リアクタンス素子15に掛かる電圧を切り換えてリアクタンスの値を変化させる。これと同時にそのときどきで受信電界強度の時間平均を取り、それを記憶する。リアクタンスの値を一通り変化させた後

で、記憶値を比較し、記憶値の中で最大のレベルとなったときの電圧値に制御信号の電圧を設定する。このような処理を受信電界強度が劣化したときに行ったり、ある一定時間間隔で繰り返して行うことによって、無線機の受信電界強度の劣化を低減することが期待できる。

【0020】なお、制御回路ユニット16の回路構成は図2のように構成することができる。即ち、切換回路31によって可変電圧源32を切り換える。この電圧切り換え毎に電界強度測定回路33によってアンテナ13で受信される受信電界強度が測定される。測定値は時間平均化回路34に所定時間で平均化され、その平均値は切換電圧と対応させてメモリ35に記憶される。切換回路31によって一通り電圧変化され、リアクタンスの値が一通り変化された時点で、最大値検出回路36がメモリ35に記憶された電界強度の最大値を検出し、その最大値に対応する電圧値に切換回路31を介して可変電圧源32を設定する。

【0021】本発明について、動作確認をするため実際に無線機モデルを作成し、実験を行った。このときの動作周波数は、PHSで用いられている周波数と同じ1900MHzとした。長方形導体地板11として銅板を用い、短辺の長さは40mm（4分の1波長）、長辺の長さは120mm（4分の3波長）とした。逆FFアンテナは銅板11の短辺の一端に配置され、短編の他端には四分の一波長の銅線を逆Fアンテナと同様に折り曲げた線状素子が配置される。逆Fアンテナと線状素子の高さは各々5mmである。

【0022】図3は無線機モデルを用いて測定したときの垂直偏波ならびに水平偏波の最大レベルとリアクタンス素子の値の関係を示している。リアクタンスの値を変化させると、最大レベルが変化している。従って、リアクタンスの変化によって水平偏波成分と垂直偏波成分の比を変化させることができるものと推測される。図3から分かる通り、無線機が垂直に保持されるなら、終端条件はオープン（リアクタンスが無限大）の状態近傍にすれば良いことが分かる。

【0023】この状態において、アンテナの利得を比較すると、終端条件がショート（リアクタンスが0）となっている場合、一番利得が低く、アンテナ素子単体のときに比べて、3dB程度劣化していた。これは先に紹介したAPS92における発表の結果と同じ傾向を示している。

【0024】次に、偏波の比を変化させることによって従来技術で述べた人体頭部装着時の偏波効率を改善することが可能となることを示す。測定では、図4の(a)に示すように人体頭部と手を模擬した人体モデルに先の無線機モデルを保持させ、さらに通話の姿勢（端末の傾き60度）を取らせ、線状素子に取り付けたリアクタンス素子の値を変化させながら、水平面内の受信電界強度を測定した。図4の(b)は、このときの垂直偏波到来

波に対する平均受信電界強度を示したものである。図4の(b)から明らかなようにリアクタンス素子の値を変えることによって受信電界強度の値が変化している。特に、リアクタンスの値がショートとなる近傍において、線状素子がなかった時に比べて、3dB以上改善している。これは、APS92において発表されたアンテナにおいて、終端条件がショートとなる場合に最悪値となっていたこととは相反する結果となっている。このことからAPS92の提案が、偏波効率の改善にならず、本発明が提案しているようにアンテナの配置を含めた構成をとらなければ所望の特性を得られないことは明らかである。

【0025】また、先にも述べたように特開平6-303021号公報に開示された従来のダイバーシチアンテナにおいても放射特性はAPS92の提案のアンテナと同等であり、これら2つの構成を組み合わせたとしても本発明によって実現するような所望の特性を得ることができないことは明らかである。

【0026】また、図3でリアクタンス値がショートとなっているときを見ると、垂直偏波が低下し、水平偏波が増大している。これをベクトル図で示すと、図5のようになる。この無線機を図12のように60度傾けて保持すると仮定すれば、従来の無線機に比べて、垂直成分が増加し、垂直偏波が受かりやすくなっていることが分かる。

【0027】以上説明したように前者の単体のときや後者の通話時において無線機の傾きが変化して偏波効率が劣化しても本構成のアンテナならば、偏波効率の改善が期待できる。

【0028】また、本構成のダイバーシチアンテナでは、アンテナと無線回路の間に切り換えスイッチを挿入する必要がないため、切り換えノイズによる通信の劣化を低減することが可能である。

【0029】以上説明してきたように、本構成のダイバーシチアンテナでは偏波効率を改善することが可能であり、また従来のダイバーシチアンテナで問題となっていた切り換えノイズを低減することが可能となっている。

【0030】次に、図6を参照して本発明の別の実施形態を説明する。導体地板11には長さの異なるアンテナ素子12および13が配設される。各々のアンテナは給電線21と22を介して給電される。さらに110と110-は高周波スイッチ24a、24bが導体地板に配設される。例えば、高周波スイッチ24aは、制御回路ユニット16と制御線26aを介して接続され、また可変リアクタンス素子15aを高周波線23aを介して接続され、またアンテナ13を高周波線22を介して接続されている。さらにスイッチ24aは高周波線25aを介して無線回路ユニット14aに接続されている。スイッチ24aは、制御回路16から制御線26aを介して送られる制御信号によってアンテナ13を、可変リアク

ダンス素子15aまたは無線回路ユニット14aのどちらかに切り換えて接続を行うものである。高周波スイッチ24bも同様の働きをするが、制御回路ユニット16は、高周波スイッチ24a、24bに対して、片方が無線回路ユニットを選択する時には、もう一方を可変リアクタンス素子15aに接続するように制御を行う。また無線回路ユニット26a、26bは各々異なるシステムの無線通信を行うように設定されているものとする。制御回路ユニット16は制御線27aと27bを介して無線回路14aと14bに各々接続されている。制御回路16は無線回路ユニット14a、14bに対して同時には動作しないように制御信号を送る。

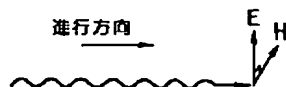
【0031】まずここでこの無線装置が、2つの無線回路ユニットとアンテナを有していることについて説明する。2つ以上の異なった無線通信システムに対して一つの端末で対応しようとする場合、最も簡単なのは、一つの端末の中に、複数のシステムの無線回路ユニットを入れ込んでしまう方法である。このときにシステムの周波数が異なる場合、アンテナも複数取り付けが必要が生じる。ここで、異なるシステム間を同時に動作させれば、干渉が発生し通信の妨げとなる場合があることは想像がつく。この干渉を避ける一番簡単な方法は、システムが異なる無線回路を同時に動作させないことである。

【0032】従って、同時に動作させない場合、端末上のアンテナを所望の位置に配置し、どちらか一方のみを動作させることにしておけば、動作していない側に配置されたアンテナは、本発明の線状素子と同等と見做すことができる。

【0033】このように見做せる条件としては、共存させるシステムの動作周波数があまり大きくはなれていないことが挙げられる。離れればはなれるほど、本発明のダイバーシチアンテナによる通信性能の改善効果は低下していくものと予想される。例えば、1.5GHzの携帯電話と1.9GHz(7)PHSと2.4GHzの無線LANならば、1.5GHzと1.9GHzの組み合わせと1.9GHzと2.4GHzの組み合わせならば一改善効果を期待できる。

【0034】以上の説明では逆F型のアンテナに関してのみ説明を行ってきたが、本発明の効果は逆F型に限られたものではなく、四分の一波長のモノポールアンテナを短縮化したアンテナを用いているならば有効である。

【図7】



【0035】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、従来の構成では不可能であった、偏波効率の改善を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のダイバーシチ無線機を示し、(a)は無線機の概略構成の斜視図、(b)は可変リアクタンス素子の回路を示す図。

【図2】制御回路ユニットの回路図。

10 【図3】内蔵アンテナを用いた無線機の外観斜視図および水平偏波と垂直偏波の最大利得と終端素子のリアクタンス値の関係を示す図。

【図4】内蔵アンテナを用いた無線機の通話モデルを用いたときの使用形態および平均受信電界強度と終端素子のリアクタンス値の関係を示す図。

【図5】無線機上での電流の模式図。

【図6】本発明の第2の実施形態のダイバーシチ無線機の構成を示す斜視図。

【図7】電波が伝搬するようすを示す図。

20 【図8】偏波を説明するためのベクトルを示す図。

【図9】偏波効率の計算するときのアンテナの状態を示す図。

【図10】内蔵アンテナを実装した無線機の外観を示す図。

【図11】無線機の筐体上において電流が流れる様子を示す図。

【図12】ユーザの通話中の状態を示す図。

【符号の説明】

11…導体地板

12…アンテナ

13…線状素子

14, 14a, 14b…無線回路ユニット

15, 15a, 15b…可変リアクタンス素子

16…制御回路ユニット

21…高周波線

22…制御信号線

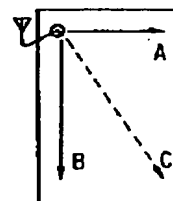
23a, 23b…高周波線路

24a, 24b…高周波スイッチ

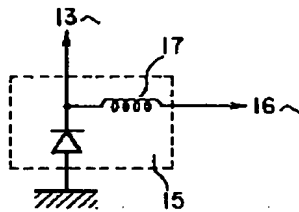
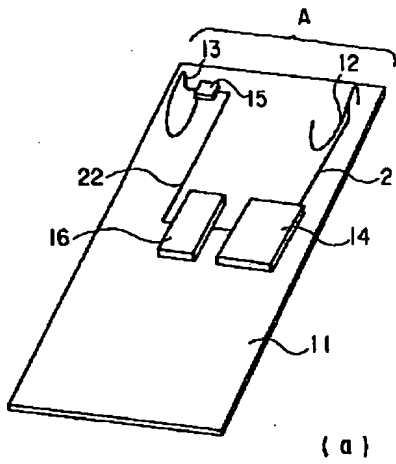
25a, 25b…高周波線

40 26a, 26b…制御信号線

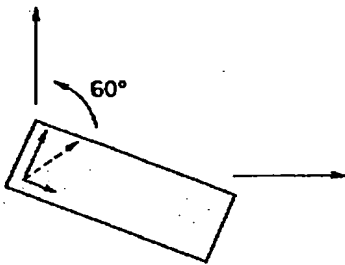
【図11】



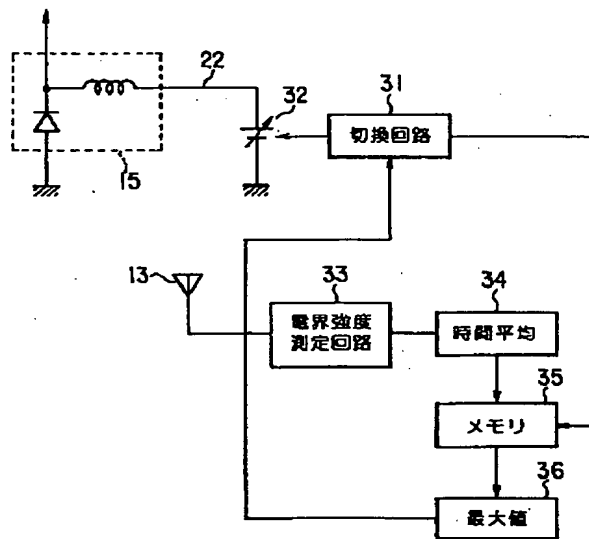
【図1】



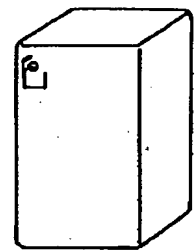
【図5】



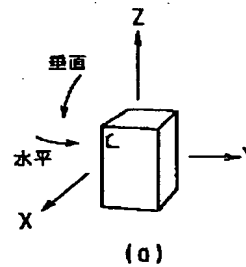
【図2】



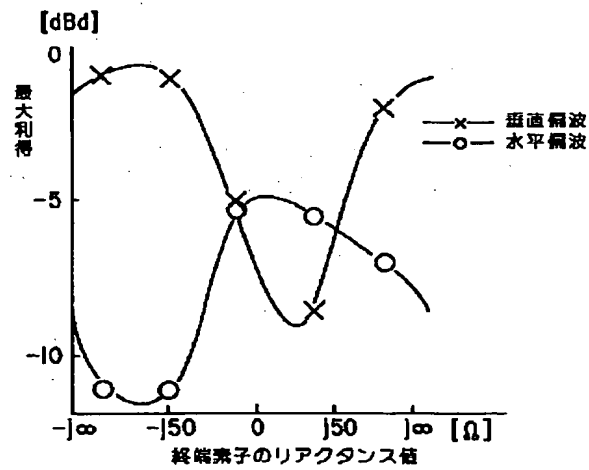
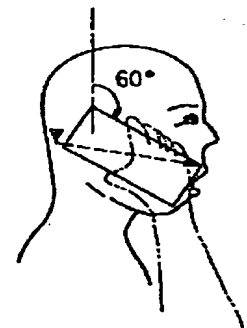
【図10】



【図3】



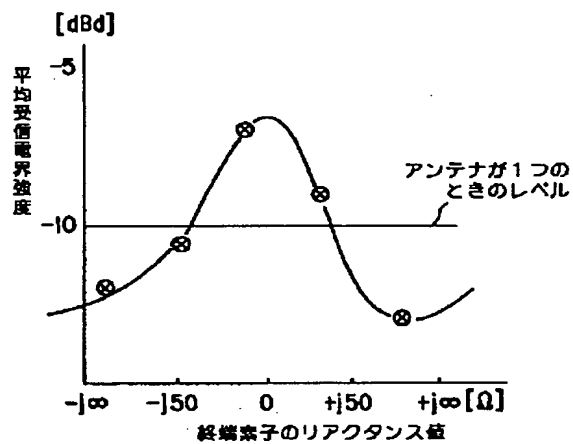
【図12】



【図4】

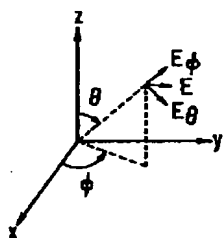


(a)

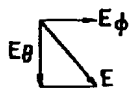


(b)

【図8】

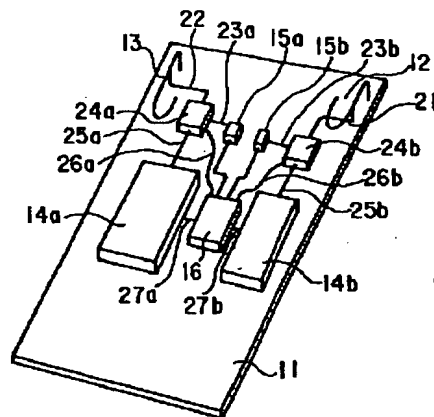


(a)



(b)

【図6】



【図9】

$$E = E_\phi \cdot \vec{\phi} \quad E' = E_\theta \cdot \vec{\theta}$$

$$\text{伝送効率} = \frac{|E \cdot E'|}{|E| \cdot |E'|} = \frac{|E_\phi| \cdot |E_\theta| \cdot (\vec{\phi} \cdot \vec{\theta})}{|E_\phi| \cdot |E_\theta|} = 0$$

($\vec{\phi} \cdot \vec{\theta} = 0$)

フロントページの続き

(72)発明者 大高 章二

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 前田 忠彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内